

PRARENCANA PABRIK
TUGAS AKHIR PRARENCANA PABRIK
PEMBUATAN MEK BERBAHAN BAKU 2-BUTANOL
KAPASITAS PRODUKSI
65.000 ton/tahun



Diajukan oleh :

Yusak Adi Wijaya (NRP. 5203013002)

Vania Kurniawan (NRP. 5203013024)

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK WIDYA MANDALA SURABAYA
2017

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Yusak Adi Wijaya

NRP : 5203013002

telah diselenggarakan pada tanggal 10 Januari 2017, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik jurusan Teknik Kimia.**

Pembimbing I

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS.
NIK. 521.87.0127

Surabaya, 16 Januari 2017

Pembimbing II

Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Dewan Penguji

Ketua

Ir. Setiyadi MT.
NIK. 521.88.0137

Sekretaris

Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS.
NIK. 521.87.0127

Anggota

Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563

Anggota

Antaresti, M.Eng.Sc., MM.
NIK. 521.99.0396

Mengetahui

Suryadi Ismadi, Ph.D.
NIK. 521.93.0198

Wenny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PENGESAHAN

Seminar PRARENCANA PABRIK bagi mahasiswa tersebut di bawah ini:

Nama : Vania Kurniawan


NRP : 5203013024


telah diselenggarakan pada tanggal 10 Januari 2017, karenanya yang bersangkutan dapat dinyatakan telah memenuhi sebagian persyaratan kurikulum guna memperoleh gelar **Sarjana Teknik** jurusan **Teknik Kimia**.

Surabaya, 16 Januari 2017

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS.
NIK. 521.87.0127



Ir. Yohanes Sudaryanto, MT.
NIK. 521.89.0151

Dewan Penguji

Ketua

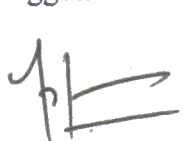
Sekretaris



Ir. Setiyadi MT.
NIK. 521.88.0137


Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS.
NIK. 521.87.0127

Anggota

Anggota


Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc.
NIK. 521.03.0563


Antaresti, M.Eng.Sc., MM.
NIK. 521.99.0396

Mengetahui


Fakultas Teknik
Dekan
Suryadi Ismadi, Ph.D.
NIK. 521.93.0198


Jurusan Teknik Kimia
Ketua
Werny Irawaty, Ph.D.
NIK. 521.97.0284

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Demi perkembangan ilmu pengetahuan, kami sebagai mahasiswa Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya:

Nama/NRP : Yusak Adi Wijaya / 5203013002
Vania Kurniawan / 5203013024

Menyetujui tugas akhir kami yang berjudul:
Prarencana Pabrik Pembuatan MEK Berbahan Baku 2-Butanol

Untuk dipublikasikan/ditampilkan di internet atau media lain (Digital Library Perpustakaan Unika Widya Mandala Surabaya) untuk kepentingan akademik sebatas sesuai dengan Undang-undang Hak Cipta. Demikian pernyataan persetujuan publikasi karya ilmiah ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 16 Januari 2017

Yang menyatakan,



Yusak Adi Wijaya
(NRP. 5203013002)



Vania Kurniawan
(NRP. 5203013024)

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 16 Januari 2017

Mahasiswa yang bersangkutan,



Yusak Adi Wijaya

(5203013002)

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan prarencana pabrik ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil karya orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dinyatakan dalam teks. Seandainya diketahui bahwa laporan prarencana pabrik ini ternyata merupakan hasil karya orang lain, maka saya sadar dan menerima konsekuensi bahwa laporan prarencana pabrik ini tidak dapat saya gunakan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik.

Surabaya, 16 Januari 2017

Mahasiswa yang bersangkutan,



Vania Kurniawan

(5203013024)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik yang berjudul “Prarencana Pabrik Pembuatan MEK Berbahan Baku 2-Butanol”. Tugas Akhir ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universita Katolik Widya Mandala Surabaya.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ir. Suryadi Ismadji, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
2. Wenny Irawaty, ST., MT., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya.
3. Dr. Ir. Suratno Lourentius, MS. selaku Dosen Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Ir. Yohanes Sudaryanto, MT. selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran, dan perhatiannya untuk memberikan bimbingan dan pengarahan.
5. Ir. Setiyadi MT., Aning Ayucitra, ST., M.Eng.Sc., dan Antaresti, M.Eng.Sc., MM., selaku dosen penguji yang telah memberikan masukan.
6. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya, yang secara tidak langsung telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
7. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan secara materi maupun non-materi sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.
8. Semua pihak baik secara langsung maupun tidak langsung turut memberikan bantuan dan dukungan selama penyusunan Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga Tugas Akhir Prarencana Pabrik ini dapat bermanfaat dan berkontribusi untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta bagi para pembaca.

Surabaya, 16 Januari 2017

Penulis

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH	iv
LEMBAR PERNYATAAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xii
INTISARI.....	xix
BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1. Latar Belakang.....	I-1
I.2. Sifat-sifat Bahan Baku Utama dan Produk	I-2
I.3. Kegunaan Produk.....	I-6
I.4. Ketersediaan Bahan Baku	I-6
I.5. Kapasitas Produksi.....	I-7
BAB II URAIAN PROSES	II-1
II.1. Proses Pembuatan Metil Etil Keton (MEK).....	II-1
II.2. Pemilihan Proses	II-2
II.3. Uraian Proses	II-3
BAB III NERACA MASSA.....	III-1
BAB IV NERACA PANAS	IV-1
BAB V SPESIFIKASI PERALATAN	V-1
BAB VI LOKASI, TATA LETAK PABRIK & ALAT, INSTRUMENTASI, DAN SAFETY	VI-1
BAB VII UTILITAS DAN PENGOLAHAN LIMBAH	VII-1
VII.1. Utilitas.....	VII-1
VII.2 Pengolahan Limbah	VII-139
BAB VII DESAIN PRODUK DAN KEMASAN	VIII-1
VIII.1. Desain Produk	VIII-1
VIII.2. Desain Kemasan	VIII-1
VIII.3. Desain Logo	VIII-3
BAB IX STRATEGI PEMASARAN	IX-1
BAB X STRUKTUR ORGANISASI	X-1
X.1. Stuktur Umum.....	X-1
X.2. Bentuk Perusahaan	X-1
X.3. Struktur Organisasi.....	X-2
X.4. Pembagian Tugas dan Wewenang.....	X-4
X.5. Jadwal Kerja.....	X-12
X.6. Kesejahteraan Karyawan	X-14
BAB XI ANALISA EKONOMI	XI-1
XI.1. Penentuan Modal Tetap atau Total Capital Investment (TCI)	XI-1
XI.2. Penentuan Biaya Produksi Total atau Total Production Cost (TPC).....	XI-3
XI.3. Analisa Ekonomi dengan Metode Discounted Cash Flow	XI-6
XI.4. Perhitungan Rate of Return Investment (ROR).....	XI-10
XI.5. Perhitungan Rate of Equity Investment (ROE)	XI-11
XI.6. Waktu Pengembalian Modal (Pay Out Time = POT)	XI-13
XI.7. Penentuan Titik Impas / Break Even Point (BEP).....	XI-14
XI.8. <i>Minimum Acceptable Rate of Return (MARR)</i>	XI-15

XI.9. Analisa Sensitivitas	XI-16
BAB XII DISKUSI DAN KESIMPULAN	XII-1
XII.1. Diskusi	XII-1
XII.2. Kesimpulan.....	XII-2
DAFTAR PUSTAKA	DP-1
APPENDIX A.....	A-1
APPENDIX B.....	B-1
APPENDIX C.....	C-1
APPENDIX D.....	D-1
APPENDIX E.....	E-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1. Rumus Bangun 2-Butanol.....	I-2
Gambar I.2. Rumus Bangun Metil Etil Keton.....	I-4
Gambar I.3. Impor MEK di Indonesia Tahun 2011-2015.....	I-7
Gambar I.4. Ekspor MEK di Indonesia Tahun 2011-2015.....	I-9
Gambar I.5. Konsumsi Cat Kayu dan Cat Otomotif di Indonesia Tahun 2008, 2009, 2010, 2011, dan 2013.....	I-10
Gambar I.6. Produksi Cat di Indonesia Tahun 2010-2014.....	I-13
Gambar VI.1. Lokasi Pendirian Pabrik MEK Berbahan Baku 2-Butanol (Skala 1:160.000).....	VI-1
Gambar VI.2. Lokasi Tanjung Perak dan PIER (Skala 1:900.000).....	VI-2
Gambar VI.3. Lokasi Tol Gempas dan PIER (Skala 1:105.000).....	VI-3
Gambar VI.4. Tata Letak Pabrik MEK (Skala 1:2.000).....	VI-7
Gambar VI.5. Tata Letak Alat Proses (Skala 1:600).....	VI-9
Gambar VI.6. Tata Letak Alat Utilitas (Skala 1:200).....	VI-11
Gambar VII.1. Diagram Alir Proses Bentuk Blok Sistem Refrigerasi.....	VII-2
Gambar VII.2. Diagram Alir Peralatan Sistem Refrigerasi.....	VII-3
Gambar VII.3. Diagram Alir Proses Bentuk Blok Pengolahan Air Sungai Kedunglarangan.....	VII-23
Gambar VII.4. Diagram Alir Peralatan Proses Pengolahan Air Sungai Kedunglarangan.....	VII-24
Gambar VII.5. Skema Pengaliran Air dari Sungai Kedunglarangan ke Bak Penampung Air Sungai.....	VII-26
Gambar VII.6. Desain Tangki Koagulator.....	VII-34
Gambar VII.7. Skema Pengaliran Air dari Bak Penampung Air Sungai ke Tangki Koagulator.....	VII-38
Gambar VII.8. Skema Pengaliran Air dari Tangki Koagulator ke Bak Penampung Sementara I.....	VII-47
Gambar VII.9. Skema Pengaliran Air dari Bak Penampung Sementara I ke Bak Penampung Sementara II.....	VII-61
Gambar VII.10. Skema Pengaliran Air dari Bak Penampung Sementara II ke Tandon Air Sanitasi dan Bak Penampung Air.....	VII-85
Gambar VII.11. Skema Pengaliran Air dari Bak <i>Cooling Tower</i> ke Bak Penampung Air.....	VII-110
Gambar VII.12. Skema Pengaliran Air dari Bak Penampung Air ke <i>Cooling Tower</i>	VII-117
Gambar VII.13. <i>Cyclone Separator 1D2D</i>	VII-134
Gambar VIII.1. Desain <i>Drum</i> MEK.....	VIII-2
Gambar VIII.2. <i>Tank Truck</i> MEK.....	VIII-2
Gambar VIII.3. Tabung Gas Hidrogen.....	VIII-3
Gambar VIII.4. Desain Logo Produk MEK.....	VIII-4
Gambar VIII.5. Desain Logo Produk Gas Hidrogen.....	VIII-4
Gambar X.1. Struktur Organisasi Pabrik Metil Etil Keton.....	X-3
Gambar XI.1. Hubungan antara Kapasitas Produksi dengan <i>Net Cash Flow</i> Sesudah Pajak.....	XI-15
Gambar A.1. Grafik Hubungan Suhu dengan Tekanan Uap Murni Komponen 2-Butanol, Air, dan MEK.....	A-4
Gambar A.2. Aliran dalam Proses Dehidrogenasi 2-Butanol.....	A-6
Gambar B.1. Skema Aliran Fluida yang Mengalir dalam <i>Reaktor Fixed Bed Multitube</i>	B-22
Gambar B.2. Tampilan Grafik di Program MATLAB.....	B-34

Gambar B.3. Aliran Panas dalam Menara Distilasi	B-75
Gambar C.1. Dimensi <i>Drum</i> MEK.....	C-261
Gambar C.2. Dimensi Palet dan Susunan <i>Drum</i> dalam Palet Tampak Atas.....	C-262
Gambar C.3. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Depan.....	C-262
Gambar C.4. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Atas.....	C-263
Gambar C.5. Dimensi dan Penataan Rak Baris Pertama sampai Delapan.....	C-264
Gambar C.6. Dimensi Tabung Gas Hidrogen.....	C-268
Gambar C.7. Dimensi Palet dan Susunan Tabung dalam Palet Tampak Atas.....	C-269
Gambar C.8. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Depan.....	C-270
Gambar C.9. Dimensi Rak dan Susunan Palet Tampak Atas.....	C-270
Gambar C.10. Dimensi dan Penataan Rak Baris Pertama sampai Delapan.....	C-271
Gambar D.1. <i>Chemical Engineering Plant Cost Index</i>	D-1

DAFTAR TABEL

Tabel I.1. Sifat Fisika 2-Butanol.....	I-2
Tabel I.2. Sifat Fisika Metil Etil Keton.....	I-4
Tabel I.3. Kegunaan Metil Etil Keton.....	I-6
Tabel I.4. Impor MEK di Indonesia Tahun 2011-2015.....	I-7
Tabel I.5. Perkiraan Impor MEK di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-8
Tabel I.6. Ekspor MEK di Indonesia Tahun 2011-2015.....	I-8
Tabel I.7. Perkiraan Ekspor MEK di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-9
Tabel I.8. Konsumsi Cat Kayu dan Cat Otomotif di Indonesia Tahun 2008, 2009, 2010, 2011, dan 2013.....	I-10
Tabel I.9. Perkiraan Konsumsi Cat Kayu dan Cat Otomotif di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-11
Tabel I.10. Perkiraan Konsumsi Pelarut Cat Kayu dan Cat Otomotif di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-11
Tabel I.11. Perkiraan Konsumsi MEK di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-12
Tabel I.12. Produksi Cat di Indonesia Tahun 2010-2014.....	I-12
Tabel I.13. Perkiraan Produksi Cat di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-13
Tabel I.14. Perkiraan Produksi Cat Kayu dan Cat Otomotif di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-14
Tabel I.15. Perkiraan Produksi Pelarut Cat Kayu dan Cat Otomotif di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-14
Tabel I.16. Perkiraan Produksi MEK di Indonesia Tahun 2016-2019.....	I-15
Tabel I.17. Produksi MEK di Dunia pada Tahun 2002.....	I-16
Tabel II.1. Dasar-dasar Pertimbangan Pemilihan Proses.....	II-2
Tabel II.2. Dasar-dasar Pertimbangan Pemilihan Katalis.....	II-3
Tabel III.1. Neraca Massa Reaktor (R-120).....	III-1
Tabel III.2. Neraca Massa <i>Separator Drum</i> (H-122).....	III-1
Tabel III.3. Neraca Massa Adsorber (D-123).....	III-1
Tabel III.4. Neraca Massa Menara Distilasi (D-210).....	III-2
Tabel IV.1. Neraca Panas <i>Furnace</i> (Q-110).....	IV-1
Tabel IV.2. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-112).....	IV-1
Tabel IV.3. Neraca Panas Reaktor (R-120).....	IV-1
Tabel IV.4. Neraca Panas Kondensor (E-121).....	IV-2
Tabel IV.5. Neraca Panas <i>Separator Drum</i> (H-122).....	IV-2
Tabel IV.6. Neraca Panas Menara Distilasi (D-210).....	IV-3
Tabel IV.5. Neraca Panas <i>Cooler I</i> (E-214).....	IV-3
Tabel IV.6. Neraca Panas <i>Cooler II</i> (E-218).....	IV-3
Tabel V.1. Spesifikasi <i>Furnace</i> (Q-110).....	V-1
Tabel V.2. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 2-butanol (F-111).....	V-2
Tabel V.3. Spesifikasi <i>Heat Exchanger</i> (E-112).....	V-3
Tabel V.4. Spesifikasi <i>Blower I</i> (G-113).....	V-4
Tabel V.5. Spesifikasi <i>Blower II</i> (G-115).....	V-4
Tabel V.6. Spesifikasi Reaktor (R-120).....	V-5
Tabel V.7. Spesifikasi Kondensor (E-121).....	V-6
Tabel V.8. Spesifikasi <i>Separator Drum</i> (H-122).....	V-7
Tabel V.9. Spesifikasi Adsorber (D-123).....	V-8
Tabel V.10. Spesifikasi <i>Blower III</i> (G-124).....	V-9
Tabel V.11. Spesifikasi Tangki Penyimpanan Gas Hidrogen (F-125).....	V-9

Tabel V.12. Spesifikasi Pompa I (L-126)	V-10
Tabel V.13. Spesifikasi Kompresor (G-127)	V-10
Tabel V.14. Spesifikasi Menara Distilasi (D-210)	V-11
Tabel V.15. Spesifikasi Kondensor Menara Distilasi (E-211)	V-12
Tabel V.16. Spesifikasi Tangki Akumulator (F-212)	V-13
Tabel V.17. Spesifikasi Pompa II (L-213)	V-14
Tabel V.18. Spesifikasi <i>Cooler I</i> (E-214)	V-15
Tabel V.19. Spesifikasi Tangki Penyimpanan MEK (F-215)	V-16
Tabel V.20. Spesifikasi <i>Reboiler</i> Menara Distilasi (E-216)	V-17
Tabel V.21. Spesifikasi Pompa III (L-217)	V-18
Tabel V.22. Spesifikasi <i>Cooler II</i> (E-218)	V-19
Tabel V.23. Spesifikasi Tangki Penyimpanan 2-butanol <i>Recycle</i> (F-219)	V-20
Tabel VI.1. Dimensi dan Luasan Area Pabrik MEK	VI-6
Tabel VI.2. Keterangan Tata Letak Alat Proses	VI-10
Tabel VI.3. Keterangan Tata Letak Alat Utilitas	VI-12
Tabel VI.4. Instrumen yang Digunakan pada Alat Proses	VI-14
Tabel VII.1. Data Omega (ω), Suhu Kritis (T_c), dan Tekanan Kritis (P_c) Oksigen dan Nitrogen	VII-11
Tabel VII.2. Data Omega (ω), Suhu Kritis (T_c), dan Tekanan Kritis (P_c) Propena	VII-14
Tabel VII.3. Kebutuhan Air Sanitasi	VII-17
Tabel VII.4. Kode Alat dan Nama Alat	VII-24
Tabel VII.5. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Proses di Pabrik MEK	VII-129
Tabel VII.6. Kebutuhan Listrik untuk Keperluan Utilitas di Pabrik MEK	VII-129
Tabel VII.7. Lumen Output untuk Setiap Area Pabrik di Pabrik MEK	VII-130
Tabel VII.8. Jenis, Jumlah, dan Daya Lampu yang Digunakan untuk Setiap Area di Pabrik MEK	VII-132
Tabel VII.9. Laju Alir <i>Flue Gas</i> Masuk Reaktor	VII-135
Tabel VII.10. Data Omega (ω), Suhu Kritis (T_c), dan Tekanan Kritis (P_c) Oksigen, Nitrogen, dan Karbon Dioksida	VII-136
Tabel VII.11. Ukuran <i>Cyclone Separator</i>	VII-138
Tabel X.1. Perincian Jumlah Karyawan	X-12
Tabel X.2. Jadwal Kerja Karyawan <i>Shift</i>	X-13
Tabel XI.1. Penentuan <i>Total Capital Investment</i> (TCI)	XI-3
Tabel XI.2. Tabel Depresiasi Alat dan Bangunan	XI-4
Tabel XI.3. Biaya Produksi Total / <i>Total Production Cost</i> (TPC)	XI-5
Tabel XI.4. Keterangan Kolom <i>Cash Flow</i>	XI-7
Tabel XI.5. <i>Cash Flow</i>	XI-9
Tabel XI.6. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sebelum Pajak	XI-10
Tabel XI.7. <i>Rate of Return Investment</i> (ROR) Sesudah Pajak	XI-11
Tabel XI.8. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sebelum Pajak	XI-12
Tabel XI.9. <i>Rate of Equity Investment</i> (ROE) Sesudah Pajak	XI-12
Tabel XI.10. POT Sebelum Pajak	XI-13
Tabel XI.11. POT Setelah Pajak	XI-13
Tabel XI.12. Penentuan BEP	XI-14
Tabel XI.13. Penentuan <i>MARR</i>	XI-16
Tabel XI.14. Hubungan Kenaikan Persentase Harga Bahan Baku terhadap BEP, <i>MARR</i> , <i>ROR</i> , <i>ROE</i> , dan <i>POT</i>	XI-16
Tabel A.1. Spesifikasi Produk MEK	A-1
Tabel A.2. Spesifikasi Bahan Baku 2-Butanol	A-1

Tabel A.3. Data untuk Menghitung Tekanan Uap Murni.....	A-2
Tabel A.4. Hasil Perhitungan untuk Cek Trial Suhu Embun Hasil Atas Menara Distilasi.....	A-3
Tabel A.5. Hasil Perhitungan untuk Cek Trial Komposisi Hasil Dasar Menara Distilasi.....	A-6
Tabel A.6. Komposisi Hasil Dasar Menara Distilasi.....	A-6
Tabel A.7. Laju Alir dan Komposisi Produk Hidrogen.....	A-12
Tabel A.8. Laju Alir dan Komposisi Produk Hidrogen 99,9%.....	A-13
Tabel A.9. Laju Alir dan Komposisi <i>Gross Feed</i>	A-15
Tabel A.10. Neraca Massa Reaktor (R-120).....	A-16
Tabel A.11. Neraca Massa <i>Separator Drum</i> (H-122).....	A-18
Tabel A.12. Neraca Massa Adsorber (D-123).....	A-19
Tabel A.13. Neraca Massa Menara Distilasi (D-210).....	A-20
Tabel B.1. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair.....	B-1
Tabel B.2. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas.....	B-2
Tabel B.3. Panas Feed Masuk <i>Furnace</i> (Q-110).....	B-3
Tabel B.4. Panas Produk Keluar <i>Furnace</i> (Q-110).....	B-4
Tabel B.5. Data untuk Menghitung Entalpi Penguapan.....	B-5
Tabel B.6. Panas Penguapan dalam <i>Furnace</i> (Q-110).....	B-5
Tabel B.7. Neraca Panas <i>Furnace</i> (Q-110).....	B-6
Tabel B.8. Komposisi <i>Feed</i> Masuk <i>Heat Exchanger</i>	B-8
Tabel B.9. Perhitungan untuk Trial Titik Didih Komponen dalam <i>Heat Exchanger</i>	B-8
Tabel B.10. Panas Feed Masuk <i>Heat Exchanger</i> (E-112).....	B-9
Tabel B.11. Panas Produk Keluar <i>Heat Exchanger</i> (E-112).....	B-10
Tabel B.12. Neraca Panas <i>Heat Exchanger</i> (E-112).....	B-11
Tabel B.13. Panas Produk Keluar Reaktor (R-120).....	B-12
Tabel B.14. Panas Produk Media Pemanas Keluar <i>Heat Exchanger</i> (E-112).....	B-13
Tabel B.15. Komposisi Fluida Masuk Reaktor.....	B-14
Tabel B.16. Komposisi Fluida Masuk Reaktor.....	B-29
Tabel B.17. Laju Alir <i>Flue Gas</i> Masuk Reaktor.....	B-29
Tabel B.16. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Umpan Reaktor Fase Gas.....	B-30
Tabel B.19. Data untuk Menghitung Viskositas 2-butanol dan MEK Fase Gas.....	B-32
Tabel B.20. Data untuk Menghitung Viskositas 2-butanol dan MEK Fase Gas.....	B-32
Tabel B.21. Hasil Perhitungan Program MATLAB.....	B-34
Tabel B.22. Panas Feed Masuk Reaktor (R-120).....	B-35
Tabel B.23. Panas Produk Keluar Reaktor (R-120).....	B-36
Tabel B.24. Data ΔH_f pada Suhu 25°C.....	B-36
Tabel B.25. Panas Reaksi pada Suhu 25°C.....	B-37
Tabel B.26. Neraca Panas Reaktor (R-120).....	B-38
Tabel B.27. Data untuk Menghitung Tekanan Uap Jenuh.....	B-39
Tabel B.28. Data Massa Vapor dalam Kondensor.....	B-40
Tabel B.29. Perhitungan untuk Trial Titik Embun Kondensor.....	B-41
Tabel B.30. Panas Feed Kondensor (E-121).....	B-42
Tabel B.31. Data untuk Menghitung Entalpi Pengembunan.....	B-43
Tabel B.32. Panas Pengembunan dalam Kondensor (E-121).....	B-44
Tabel B.33. Panas Produk Keluar Kondensor (E-121).....	B-45
Tabel B.34. Neraca Panas Kondensor (E-121).....	B-46
Tabel B.35. Konduktivitas Termal <i>Steel Alloy SS-316</i> pada Berbagai Suhu.....	B-49
Tabel B.36. $\frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2}{\mu^2}$ dan N_{Pr} pada Berbagai Suhu.....	B-50

Tabel B.37. $\frac{g \cdot \beta \cdot \rho^2}{\mu^2}$ dan N_{Pr} pada Berbagai Suhu.....	B-53
Tabel B.38. Komposisi <i>Feed</i> Masuk <i>Separator Drum</i>	B-56
Tabel B.39. Panas <i>Feed</i> Masuk <i>Separator Drum</i> (H-122).....	B-57
Tabel B.40. Komposisi Produk Keluar <i>Separator Drum</i> (H-122) menuju Menara Distilasi (D-210).....	B-58
Tabel B.41. Komposisi Produk Keluar <i>Separator Drum</i> menuju Adsorber (D-123).....	B-58
Tabel B.42. Panas Produk Keluar <i>Separator Drum</i> menuju Menara Distilasi (D-210).....	B-59
Tabel B.43. Panas Produk Keluar <i>Separator Drum</i> menuju Adsorber (D-123).....	B-60
Tabel B.44. Neraca Panas <i>Separator Drum</i> (H-122).....	B-61
Tabel B.45. Panas <i>Feed</i> Masuk Menara Distilasi (D-210).....	B-62
Tabel B.46. Komposisi <i>Feed</i> Masuk Kondensor Menara Distilasi.....	B-64
Tabel B.47. Perhitungan untuk Trial Titik Didih Umpam Masuk Kondensor Menara Distilasi.....	B-65
Tabel B.48. Panas Hasil Puncak Keluar Menara Distilasi (D-210).....	B-65
Tabel B.49. Panas Hasil Dasar Keluar Menara Distilasi (D-210).....	B-66
Tabel B.50. Komposisi <i>Feed</i> Masuk Menara Distilasi.....	B-68
Tabel B.51. Perhitungan untuk Trial Titik Embun Umpam Masuk Menara Distilasi.....	B-68
Tabel B.52. Perhitungan untuk Trial Titik Didih Umpam Masuk Menara Distilasi.....	B-71
Tabel B.53. Data untuk Menghitung Entalpi Penguapan.....	B-72
Tabel B.54. Entalpi Penguapan <i>Feed</i> Menara Distilasi.....	B-72
Tabel B.55. Kapasitas Panas <i>Feed</i> Masuk Menara Distilasi.....	B-73
Tabel B.56. α Komponen <i>Feed</i> Masuk Menara Distilasi pada Suhu Rata-rata 81,26°C.....	B-74
Tabel B.57. Massa L dan V Kondensor Menara Distilasi.....	B-76
Tabel B.58. Entalpi Komponen V Masuk Kondensor Menara Distilasi.....	B-77
Tabel B.59. Panas Pengembunan pada Kondensor Menara Distilasi.....	B-78
Tabel B.60. Entalpi Komponen L dan D Keluar Kondensor Menara Distilasi.....	B-79
Tabel B.61. Neraca Panas Menara Distilasi (D-210).....	B-80
Tabel B.62. Panas <i>Feed</i> Masuk <i>Cooler I</i> (E-214).....	B-82
Tabel B.63. Panas Produk Keluar <i>Cooler I</i> (E-214).....	B-82
Tabel B.64. Neraca Panas <i>Cooler I</i> (E-214).....	B-83
Tabel B.65. Panas <i>Feed</i> Masuk <i>Cooler II</i> (E-218).....	B-84
Tabel B.66. Panas Produk Keluar <i>Cooler II</i> (E-218).....	B-85
Tabel B.67. Neraca Panas <i>Cooler II</i> (E-218).....	B-85
Tabel C.1. Kandungan dalam Batu bara Formasi Balikpapan.....	C-1
Tabel C.2. Komposisi Gas Keluar <i>Furnace</i>	C-3
Tabel C.3. Panas Pembakaran (ΔH_c) Gas dalam <i>Furnace</i>	C-3
Tabel C.4. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas.....	C-4
Tabel C.5. Panas Produk Keluar <i>Furnace</i> (Q-110).....	C-5
Tabel C.6. Mol dan Massa Komponen dalam <i>Furnace</i>	C-6
Tabel C.7. Panas Udara Pembakar dalam <i>Furnace</i> (Q-110).....	C-7
Tabel C.8. Kapasitas Panas <i>Flue Gas</i> Keluar Seksi Radian <i>Furnace</i> (Q-110).....	C-7
Tabel C.9. Entalpi <i>Flue Gas</i> Keluar Seksi Radian <i>Furnace</i> (Q-110).....	C-8
Tabel C.10. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-12
Tabel C.11. Komposisi <i>Feed</i> dalam Proses Produksi MEK.....	C-12

Tabel C.12. Komposisi Fluida Dingin dalam <i>Heat Exchanger</i>	C-21
Tabel C.13. Komposisi Fluida Panas dalam <i>Heat Exchanger</i>	C-21
Tabel C.14. Data untuk Menghitung Viskositas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-27
Tabel C.15. Komposisi Fluida Panas <i>Heat Exchanger</i>	C-28
Tabel C.16. Data untuk Menghitung Konduktivitas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-29
Tabel C.17. Data untuk Menghitung Konduktivitas Air dan Hidrogen Fase Gas.....	C-30
Tabel C.18. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas.....	C-31
Tabel C.19. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-33
Tabel C.20. Viskositas Air pada Berbagai Suhu.....	C-34
Tabel C.21. Komposisi Fluida Dingin <i>Heat Exchanger</i>	C-35
Tabel C.22. Data untuk Menghitung Konduktivitas 2-Butanol dan MEK Fase Cair.....	C-35
Tabel C.23. Konduktivitas Air pada Berbagai Suhu.....	C-36
Tabel C.24. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair.....	C-37
Tabel C.25. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas.....	C-42
Tabel C.26. <i>Specific Gravity</i> Komponen Fluida Dingin.....	C-43
Tabel C.27. Komposisi Aliran Massa Keluar <i>Furnace</i>	C-45
Tabel C.28. Komposisi Aliran Massa <i>Flue Gas</i> Keluar <i>Furnace</i>	C-47
Tabel C.29. Komposisi Massa dan Mol Fluida Panas Masuk Kondensor.....	C-62
Tabel C.30. Data untuk Menghitung Konduktivitas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-70
Tabel C.31. Data untuk Menghitung Konduktivitas Termal Air dan Hidrogen.....	C-70
Tabel C.32. Data untuk Menghitung Viskositas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-72
Tabel C.33. Komposisi Fluida Panas Kondensor.....	C-72
Tabel C.34. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-73
Tabel C.35. Data untuk Menghitung Konduktivitas Propena Fase Cair.....	C-74
Tabel C.36. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair.....	C-74
Tabel C.37. Data untuk Menghitung Viskositas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-78
Tabel C.38. Komposisi Fluida Panas Kondensor.....	C-79
Tabel C.39. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas.....	C-81
Tabel C.40. Data untuk Menghitung Densitas Cairan.....	C-83
Tabel C.41. Massa dan Mol Komponen dalam <i>Separator Drum</i>	C-84
Tabel C.42. Massa Komponen Cair dalam <i>Separator Drum</i>	C-86
Tabel C.43. Komposisi Komponen Masuk dan Keluar Adsorber.....	C-94
Tabel C.44. Data untuk Menghitung Viskositas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-97
Tabel C.45. Komposisi Gas dalam Adsorber.....	C-98
Tabel C.46. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Air.....	C-100
Tabel C.47. Komposisi Media Pemanas untuk Regenerasi Adsorber.....	C-103
Tabel C.48. Panas <i>Flue Gas</i> Keluar Adsorber.....	C-104
Tabel C.49. Komposisi Aliran Massa Gas Keluar <i>Separator Drum</i>	C-108
Tabel C.50. Komposisi Gas Masuk Tangki Penampungan Hidrogen.....	C-110
Tabel C.51. Komposisi Aliran Massa Keluar <i>Separator Drum</i>	C-116
Tabel C.52. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-118
Tabel C.53. Viskositas Air pada Berbagai Suhu.....	C-119
Tabel C.54. Komposisi Hasil Puncak Menara Distilasi.....	C-129
Tabel C.55. Komposisi Hasil Dasar Menara Distilasi.....	C-129
Tabel C.56. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-131
Tabel C.57. Viskositas Air pada Berbagai Suhu.....	C-131
Tabel C.58. Komposisi <i>Feed</i> Menara Distilasi.....	C-132

Tabel C.59. Komposisi L dan V Menara Distilasi.....	C-135
Tabel C.60. Komposisi \bar{L} dan \bar{V} Menara Distilasi.....	C-135
Tabel C.61. Massa V dan L pada Tiap Posisi <i>Enriching</i> dan <i>Stripping</i>	C-137
Tabel C.62. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-137
Tabel C.63. Densitas Komponen Cairan.....	C-138
Tabel C.64. Data untuk Menghitung Tegangan Permukaan.....	C-141
Tabel C.65. Tegangan Permukaan Cairan dalam Menara Distilasi.....	C-141
Tabel C.66. Viskositas Air pada Berbagai Suhu.....	C-148
Tabel C.67. Komposisi Fluida Panas dalam Kondensor Menara Distilasi.....	C-157
Tabel C.68. Data untuk Menghitung Konduktivitas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-164
Tabel C.69. Data untuk Menghitung Konduktivitas Termal Air.....	C-164
Tabel C.70. Data untuk Menghitung Viskositas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-165
Tabel C.71. Komposisi Fluida Panas Kondensor.....	C-166
Tabel C.72. Viskositas Air pada Berbagai Suhu.....	C-167
Tabel C.73. Konduktivitas Air pada Berbagai Suhu.....	C-167
Tabel C.74. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Cair.....	C-168
Tabel C.75. Data untuk Menghitung Viskositas 2-Butanol dan MEK Fase Gas.....	C-172
Tabel C.76. Komposisi Fluida Panas Kondensor.....	C-173
Tabel C.77. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas.....	C-174
Tabel C.78. Komposisi Kondensat dari Kondenser Menara Distilasi.....	C-176
Tabel C.79. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-176
Tabel C.80. Komposisi Aliran Massa Kondensat, L, dan D.....	C-184
Tabel C.81. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-185
Tabel C.82. Komposisi Fluida Panas dalam <i>Cooler I</i>	C-194
Tabel C.83. Komposisi Hasil Puncak Menara Distilasi.....	C-205
Tabel C.84. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-205
Tabel C.85. Komposisi Fluida Dingin Masuk <i>Reboiler</i> Menara Distilasi.....	C-215
Tabel C.86. Komposisi Media Pemanas <i>Reboiler</i> Menara Distilasi.....	C-215
Tabel C.87. Panas <i>Flue Gas</i> Keluar <i>Reboiler</i> Menara Distilasi.....	C-216
Tabel C.88. Konduktivitas Termal Oksigen pada Berbagai Suhu.....	C-223
Tabel C.89. Konduktivitas Termal Nitrogen pada Berbagai Suhu.....	C-223
Tabel C.90. Konduktivitas Termal Karbon Dioksida pada Berbagai Suhu.....	C-224
Tabel C.91. Data untuk Menghitung Kapasitas Panas Fase Gas.....	C-224
Tabel C.92. Densitas dan <i>Specific Gravity</i> Fluida Panas.....	C-229
Tabel C.93. Komposisi Aliran Massa Keluar <i>Reboiler</i> Menara Distilasi.....	C-231
Tabel C.94. Data untuk Menghitung Viskositas Fase Cair.....	C-233
Tabel C.95. Viskositas Air pada Berbagai Suhu.....	C-234
Tabel C.96. Komposisi Fluida Panas dalam <i>Cooler II</i>	C-242
Tabel C.97. Data untuk Menghitung Densitas.....	C-253
Tabel C.98. Komposisi Hasil Dasar Menara Distilasi yang <i>Direcycle</i>	C-254
Tabel C.99. Data P_c , T_c , dan ω	C-265
Tabel D.1. Estimasi Cost Index pada Tahun 2016-2019.....	D-2
Tabel D.2. Harga Peralatan Proses.....	D-3
Tabel D.3. Harga Peralatan Utilitas.....	D-4
Tabel D.4. Harga Bak Penampung.....	D-4
Tabel D.5. Harga Peralatan Penunjang.....	D-5
Tabel D.6. Harga Bahan Baku.....	D-5
Tabel D.7. Biaya Listrik untuk Penerangan.....	D-7
Tabel D.8. Biaya Listrik untuk Alat Proses.....	D-7

Tabel D.9. Biaya Listrik untuk Alat Utilitas.....	D-8
Tabel D.10. Biaya Utilitas Lainnya.....	D-11
Tabel D.11. UMK Kabupaten Pasuruan tahun 2010-2016.....	D-14
Tabel D.12. Rincian Gaji Pekerja.....	D-15
Tabel D.13. Harga Bangunan Pabrik MEK.....	D-16

INTISARI

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang berada dalam fase perbaikan kondisi perekonomian melalui proses industrialisasi. Industri kimia merupakan salah satu sektor industri yang sangat penting dan menyumbang devisa negara. Seiring dengan perkembangan dan kemajuan zaman, kebutuhan masyarakat akan bahan kimia terus meningkat. Metil Etil Keton (MEK) merupakan salah satu bahan kimia yang sangat dibutuhkan di Indonesia seiring dengan terus berkembangnya jumlah industri pengguna senyawa MEK. Berdasarkan data BPS tahun 2008 sampai 2013, menyatakan belum adanya produksi MEK dalam negeri, sehingga Indonesia masih harus mengimpor MEK dari negara lain. Pemenuhan kebutuhan MEK dalam negeri harus tercapai agar proses industrialisasi di Indonesia dapat berjalan dengan baik dan terus berkembang. Oleh sebab itu, pendirian pabrik MEK di Indonesia mempunyai peluang yang cukup besar dan prospektif untuk direalisasikan.

Proses pembuatan MEK terdiri dari dua tahap utama, yaitu reaksi pembentukan MEK dan proses pemurnian MEK. Proses pembentukan MEK dilakukan melalui reaksi dehidrogenasi katalitik 2-butanol dalam sebuah reaktor *fixed bed* yang berisi tumpukan katalis CuO pada suhu 300°C dan tekanan 1 atm. Reaksi dehidrogenasi dipilih karena menghasilkan konversi reaksi besar, tekanan operasi rendah, dan selektivitas reaksi tinggi. Reaksi dehidrogenasi katalitik 2-butanol menghasilkan MEK sebagai produk utama dan gas hidrogen sebagai produk samping. Proses pemurnian MEK dilakukan dengan menggunakan proses distilasi menghasilkan produk MEK dengan kemurnian tinggi 99,5%. Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi MEK adalah 2-butanol dengan kemurnian 99,5% yang diimpor dari China. Banyaknya pabrik-pabrik di China yang memproduksi 2-butanol menyebabkan produk 2-butanol dari China memiliki kualitas yang bagus dan harga yang bersaing.

Prarencana pabrik MEK dari 2-butanol memiliki rincian sebagai berikut:

Bentuk Perusahaan	: Perseroan Terbatas (PT)
Produksi	: metil etil keton (MEK) dan gas hidrogen
Status Perusahaan	: Swasta
Kapasitas Produksi	: 65.000 ton/tahun
Hari Kerja Efektif	: 330 hari/tahun
Sistem Operasi	: Kontinyu
Masa Konstruksi	: 2 tahun
Waktu mulai Beroperasi	: Tahun 2019
Bahan Baku	: 2-butanol
Kapasitas Bahan Baku	: 203.369,2424 kg/hari
Utilitas:	
• Refrigeran Propena (R-1270)	: 17.975,8377 kg/jam
• Air	: Air Sanitasi = 7,26 m ³ /hari Air Pendingin = 2.451,94 m ³ /hari
• Listrik	: 2.165,1473 kW/hari
• Bahan Bakar	: Batu Bara = 10.831,84 kg/hari Solar = 1,627 m ³ /hari
• Flue Gas	: 196.816,85 kg/hari
Jumlah Tenaga Kerja	: 120 orang
Lokasi Pabrik	: kawasan industri Pasuruan Industrial Estate Rembang (PIER), Kelurahan Pandean, Kecamatan Rembang, Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur
Luas Pabrik	: 149.100 m ²

Dari hasil analisa ekonomi yang telah dilakukan didapatkan :

- *Fixed Capital Investment (FCI)* : Rp732.938.427.284,33
- *Working Capital Investment (WCI)* : Rp374.980.869.548,07
- *Total Production Cost (TPC)* : Rp4.758.402.061.712,82
- Penjualan per tahun : Rp5.311.191.971.010,49

Analisa ekonomi dengan Metode *Discounted Flow*:

- *Rate of Return (ROR)* sebelum pajak : 31,60%
- *Rate of Return (ROR)* sesudah pajak : 23,49%
- *Rate of Equity (ROE)* sebelum pajak : 66,85%
- *Rate of Equity (ROE)* sesudah pajak : 49,01%
- *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak : 3,2778
- *Pay Out Time (POT)* sesudah pajak : 4,0033
- *Break Even Point (BEP)* : 40,69%
- *Minimum Acceptable Rate of Return (MARR)* : 32,51%